Besin Zincirleri ve Enerji Akışı

Ekosistemlerdeki Genel Dayanışma ve Hizmet Kanunu

Ders Sunumu · *Teradigma*

Ekosistem: Hassas Bir İşletim Sistemi

Ekosistem, her parçasının belirli bir görevle donatıldığı ve birbiriyle hassas bir denge içinde çalışan muazzam bir işletim sistemi olarak görülebilir.

Görevin Hassas İcrası

Olaylar, canlıların kendi iradeleriyle değil; kendilerine tevdi edilen görevlerin hassas icrasıyla gerçekleşir

Sistemdeki Her Halka

Sistemdeki her canlı, bu düzenin belirli bir halkasına yerleştirilmiştir

Tek Enerji Kaynağı

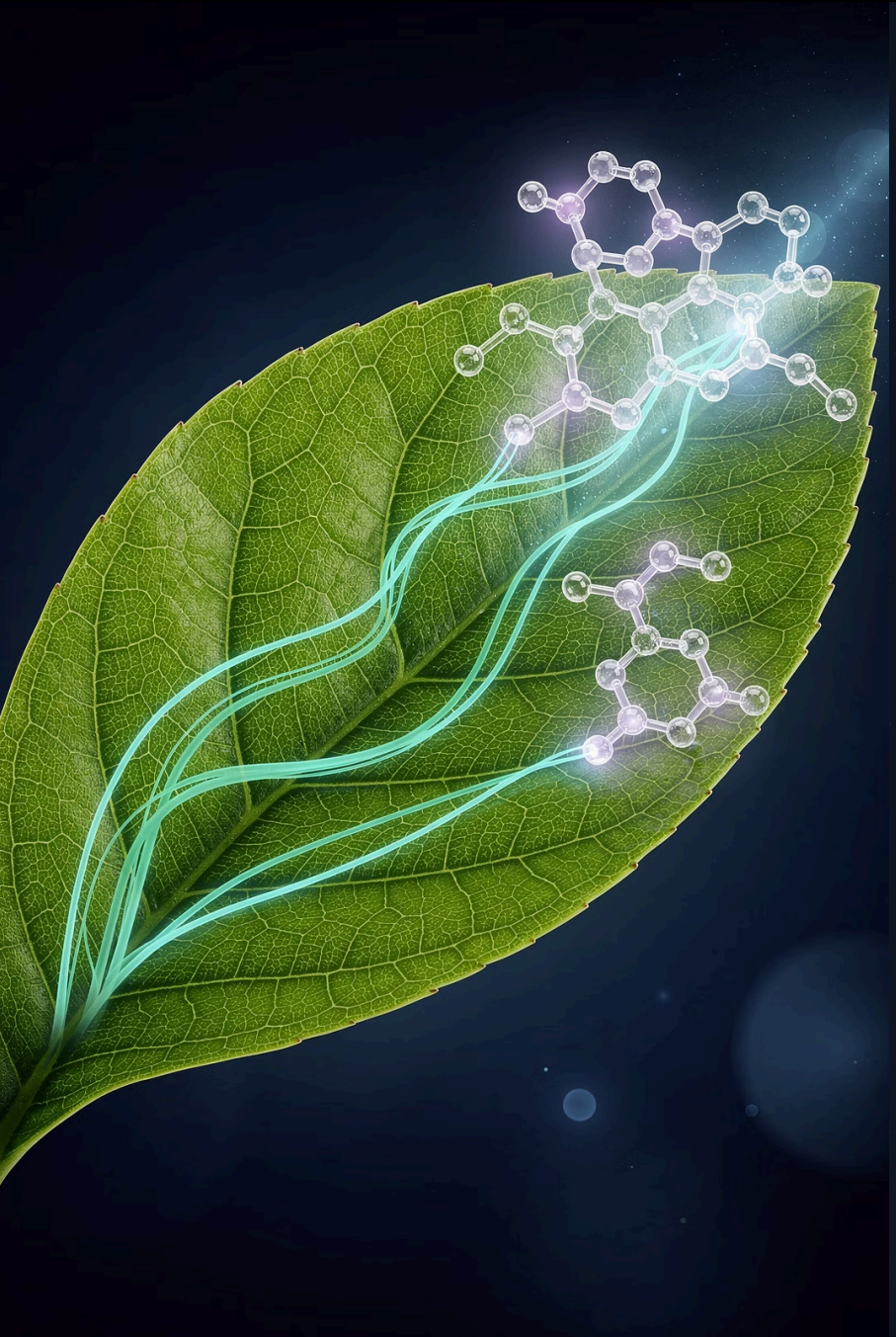
Tüm bu düzenin başlangıç noktası tek bir enerji kaynağına bağlanır: **Güneş**

Sistemin Enerji Kaynağı: Güneş

Güneş'ten gelen ışık enerjisi, canlıların doğrudan kullanabileceği bir formda değildir.

> Düşün: Akılsız ve bilinçsiz bir madde olan klorofil molekülü, bu dönüşüm görevini üstlenmek için nasıl yapılandırılmış olabilir?

- Bu enerjiyi kullanılabilir hale getirme görevi, üreticilere — bitkiler, algler ve siyanobakterilere — tevdi edilmiştir
- Üreticiler, yapılarındaki klorofil molekülü aracılığıyla ışık enerjisini kimyasal bağ enerjisine dönüştürmekle görevlendirilmiştir
- Bu süreç **fotosentez** olarak adlandırılır



Fotosentez: Hammaddeden Enerjiye

Fotosentez sürecinde atmosferdeki karbondioksit ve topraktaki su, basit hammaddeler olarak kullanılır.

Hammaddeler

Karbondioksit ve su, basit hammaddeler olarak kullanılır

Dönüşüm

Ustaca bir sanatla işlenerek glikoz gibi organik moleküllere çevrilir

Glikozun Rolü

Bütün canlıların temel besin ve enerji kaynağı olarak işlev görür

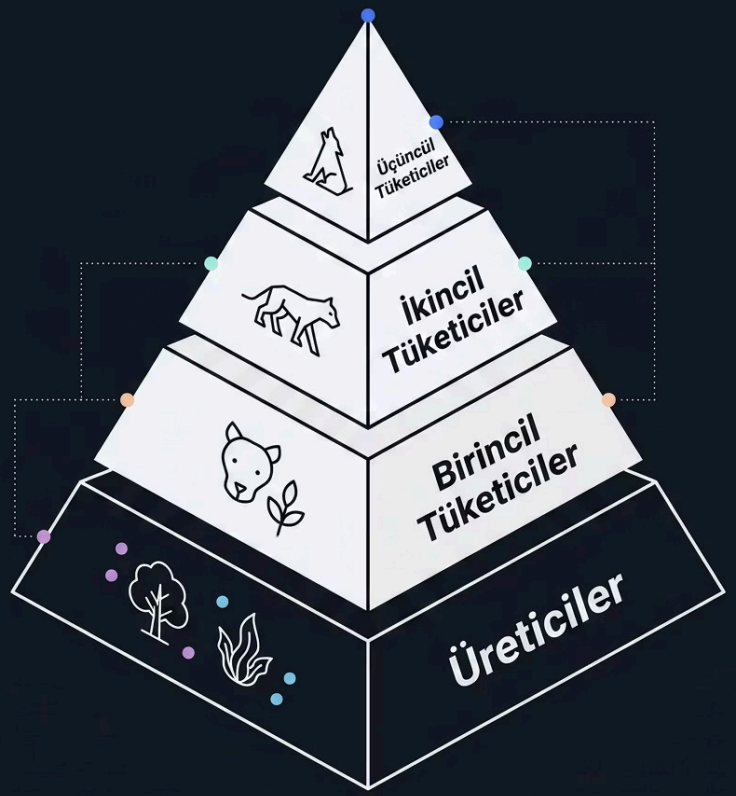
İlk Halka

Üreticiler, besin zincirinin ilk ve en temel halkasını oluşturma görevini üstlenirler

Bu ilk basamak olmadan güneşten gelen enerjinin hayat sistemine girişi mümkün olmazdı.

Trofik Düzeyler: Kademeli Hizmet Hiyerarşisi

Üreticilerde depolanan enerji, beslenme yoluyla diğer canlılara aktarılır. Bu aktarım, **trofik düzey** adı verilen katmanlı bir yapıda gerçekleşir.



Üreticiler (Alt Katman)

En yüksek enerji ve biyokütleye sahip

Birincil Tüketiciler

Otçullar; üreticilerle beslenir

İkincil ve Üçüncül Tüketiciler

Etçiller; bir önceki katmanla beslenir

Bu hiyerarşik yapı dikey olarak dizildiğinde bir **enerji piramidi** şeklini alır.

%10 Kuralı: Hassas Aktarım Kanunu

Bir trofik düzeyden bir üst düzeye enerji aktarılırken enerjinin tamamı geçmez; bu aktarım **%10 Kuralı** ile yönetilir.

%90 Çevreye Verilir

Her basamaktaki canlı, aldığı enerjinin yaklaşık %90'ını solunum, hareket, üreme ve ısı olarak çevreye verir

%10 Aktarılır

Bir üst basamağa yalnızca yaklaşık %10'u biyokütle olarak aktarılır

Sürdürülebilirlik

Bu hassas oran, sistemin sürdürülebilirliğini sağlayan temel bir kanundur

> Tefekkür: Bu %10'luk oran neden tam bu değerdedir? Az olsaydı ne olurdu, fazla olsaydı ne olurdu?

%10 Kuralının Sonuçları — I

%10'luk aktarım kanununun doğrudan ve gözlemlenebilir sonuçları vardır.

1

Birey Sayısı ve Biyokütle Azalır

Piramidin tabanından zirvesine çıkıldıkça her basamaktaki toplam canlı sayısı ve biyokütle geometrik olarak azalır

2

Besin Zinciri Uzunluğu Sınırlıdır

Her basamaktaki büyük enerji kaybı nedeniyle besin zincirleri genellikle dört veya beş halkadan daha uzun olamaz

%10 Kuralının Sonuçları — II

Biyolojik Birikim Artar

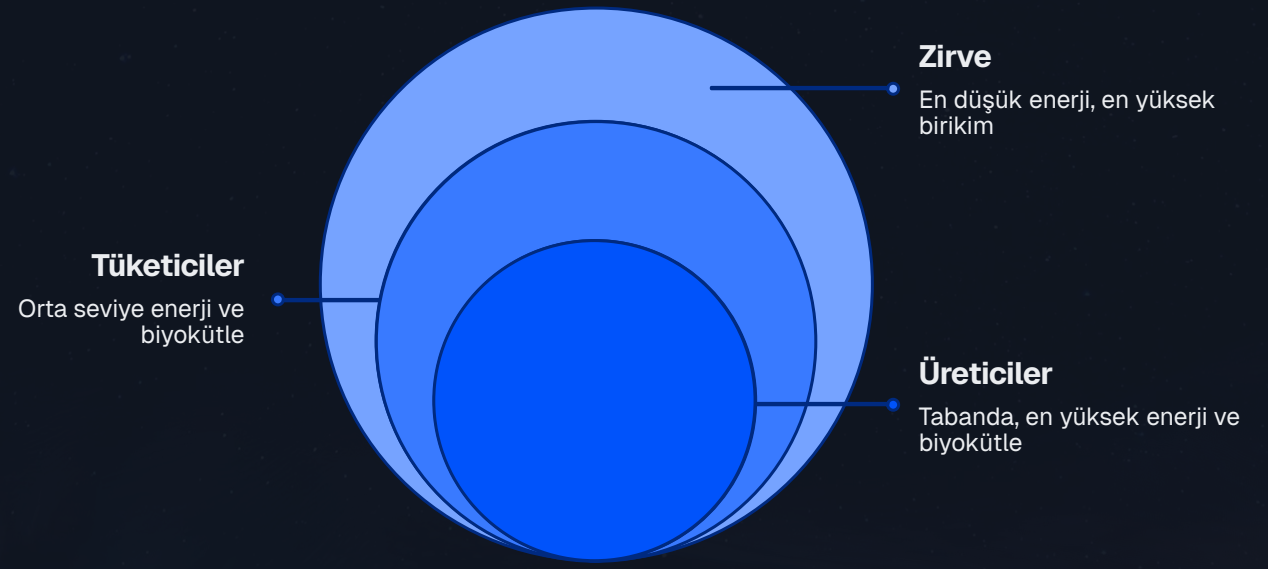
Yağ dokusunda çözünen ve vücuttan kolayca atılamayan zehirli maddeler — pestisitler, ağır metaller — piramidin alt basamaklarından üst basamaklarına doğru artan yoğunlukta birikir

Toksin Yükü Zirvede En Yüksek

Her canlı, besininden aldığı toksinleri kendi vücudunda toplar; bu nedenle en üstteki avcılar en yüksek toksin yüküne maruz kalır

Enerji Piramidinin Özet Tablosu

Özellik	Tabanda	Zirvede
Toplam Enerji	En yüksek	En düşük
Biyokütle	En yüksek	En düşük
Birey Sayısı	En yüksek	En düşük
Biyolojik Birikim (Zehirli Madde)	En düşük	En yüksek
Vücut Büyüklüğü (Genel Eğilim)	Değişken	En büyük



%10 Kuralı: Ekolojik Hassas Ayar

%10'luk aktarım oranı ilk bakışta verimsizlik gibi görünebilir; ancak bu oran bizzat kendisi bir hassas ayar ve israfsızlık sanatıdır.

Aktarım Çok Yüksek Olsaydı

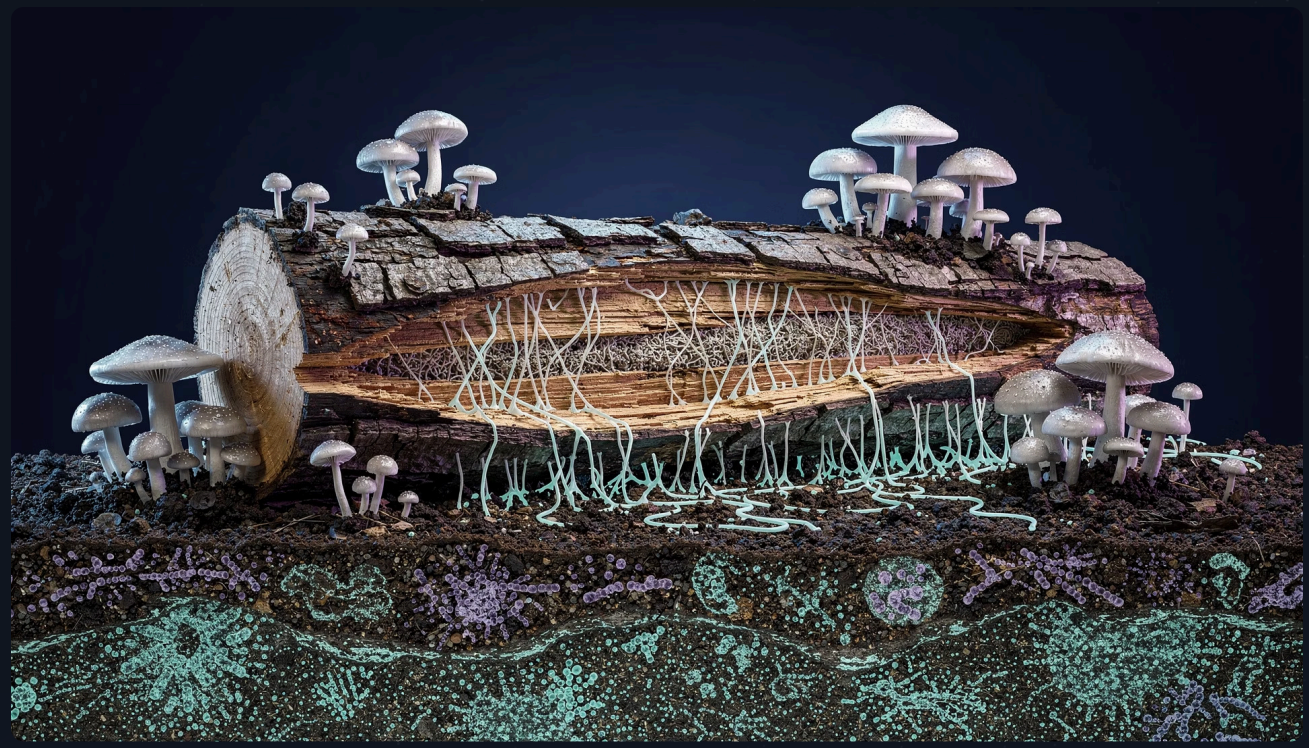
Örneğin %50 veya %80 olsaydı — üst basamaktaki avcıların sayısı kontrolsüz artarak alt basamakları hızla tüketir ve sistemin tamamı çökebilirdi

Aktarım Çok Düşük Olsaydı

Örneğin %1 olsaydı — birkaç basamaktan oluşan zengin bir ekosistemin varlığı imkânsız hale gelirdi

Mükemmel Denge

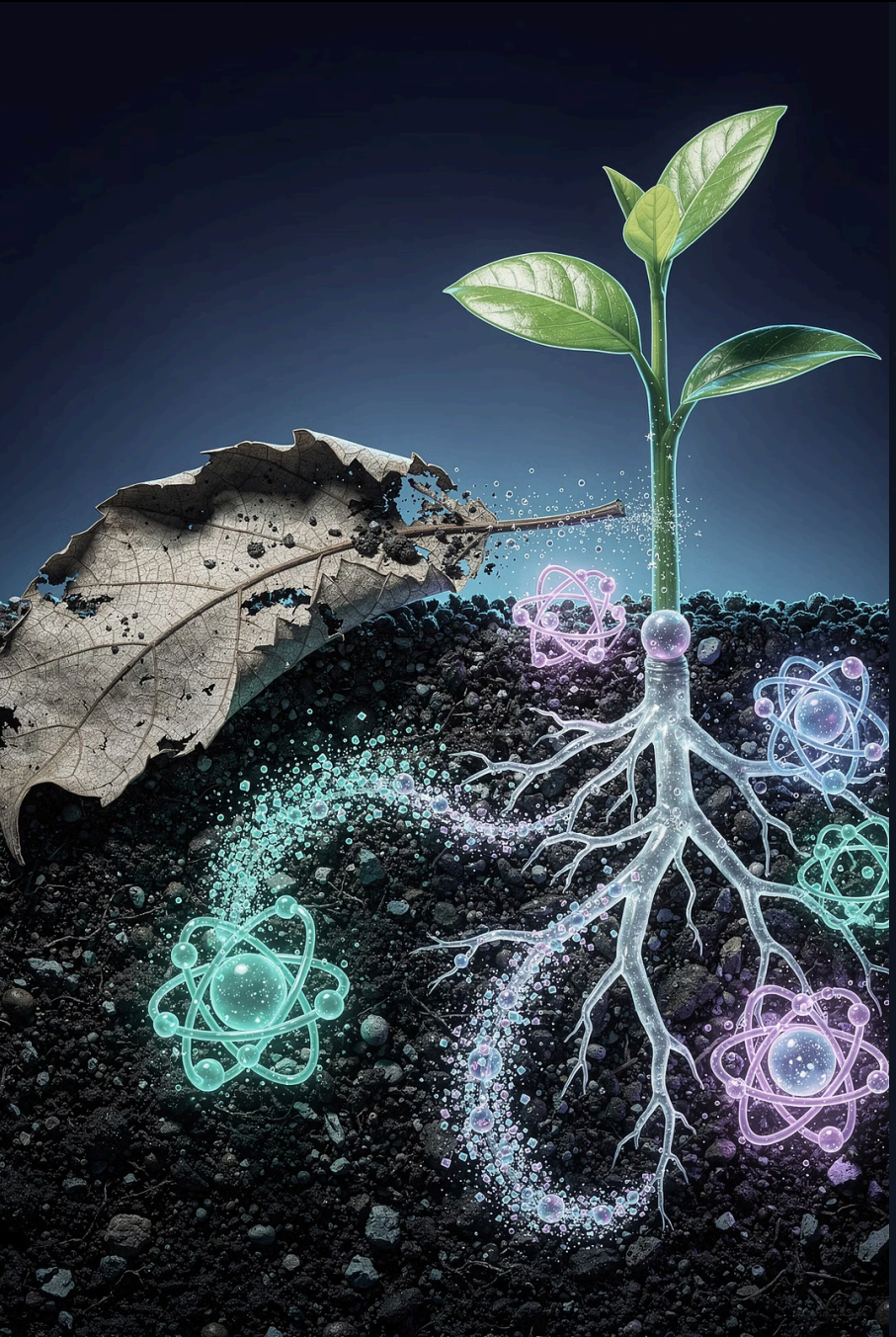
Bu oran, hem hayatın her katmanda devam etmesine yetecek kadar cömert, hem de dengeyi koruyacak kadar ölçülüdür



Ayrıştırıcılar: Geri Dönüşüm ve Temizlik Görevi

Ekosistemdeki enerji akışı tek yönlüdür; ancak canlıların yapısını oluşturan elementler — karbon, azot, fosfor — sınırlı miktardadır. Bu değerli hammaddelerin yeniden kullanılması için **ayrıştırıcılar** (bazı bakteri ve mantar türleri) özel bir görevle donatılmıştır.

- Ölen bitki ve hayvanların kalıntılarını ve tüm organik atıkları parçalamakla görevlidirler
- Karmaşık organik moleküller, üreticilerin topraktan tekrar alabileceği basit inorganik maddelere ve minerallere dönüştürülür
- Ayrıştırıcılar olmasaydı temel elementler ölü bedenlerde kilitli kalır, toprak verimsizleşirdi



Ölüm: Bir Son Değil, Yeniden İstihdam

Bir canlının ölümüyle bedenini oluşturan değerli atomlar ziyan olmaz.

1 Atomların Yeniden Hizmete Girmesi

Bakteri ve mantar ordusu bu bedeni ayrıştırarak atomları yeni filizlenecek bir bitkinin, yeni doğacak bir canlının hizmetine sunar

2 Hammadde Kaynağına Dönüşüm

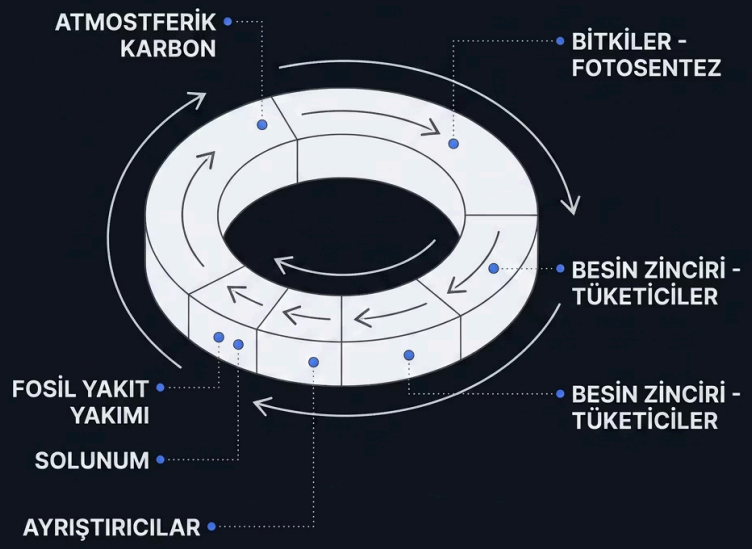
Ölüm, hayatın devamlılığı için bir hammadde kaynağına dönüştürülür

3 En Küçüğe En Büyük Görev

Sistemde en büyük temizlik görevi, en küçük ve en zayıf görünen canlılara verilmiştir — bu, hiçbir varlığın değersiz olmadığını ve her birinin vazgeçilmez bir role sahip olduğunu gösterir

Karbon Döngüsü

Karbon, tüm organik moleküllerin — protein, yağ, karbonhidrat, DNA — temel iskeletini oluşturan hayati bir elementtir.



Atmosferden Bitkiye

Atmosferdeki karbon, fotosentez süreciyle bitkilerin yapısına katılır

Besin Zinciriyle Aktarım

Besin zinciri yoluyla karbon tüketicilere aktarılır

Atmosfere Geri Dönüş

Solunum, fosil yakıtların yanması ve ayrıştırıcıların faaliyetleri sonucunda karbon tekrar atmosfere döner

Bu kesintisiz devridaim, atmosferdeki denge dengesinin hassas biçimde korunmasında rol oynar.

Azot Döngüsü: Göreve Çağrılan Bakteriler

Azot, proteinlerin ve genetik materyalin — DNA ve RNA — yapısı için vazgeçilmez bir elementtir. Atmosferin yaklaşık **%78'ini** azot gazı oluşturmasına rağmen canlıların büyük çoğunluğu bu gazı doğrudan kullanamaz.

Bu noktada özel görevli mikroorganizmalar devreye girer:

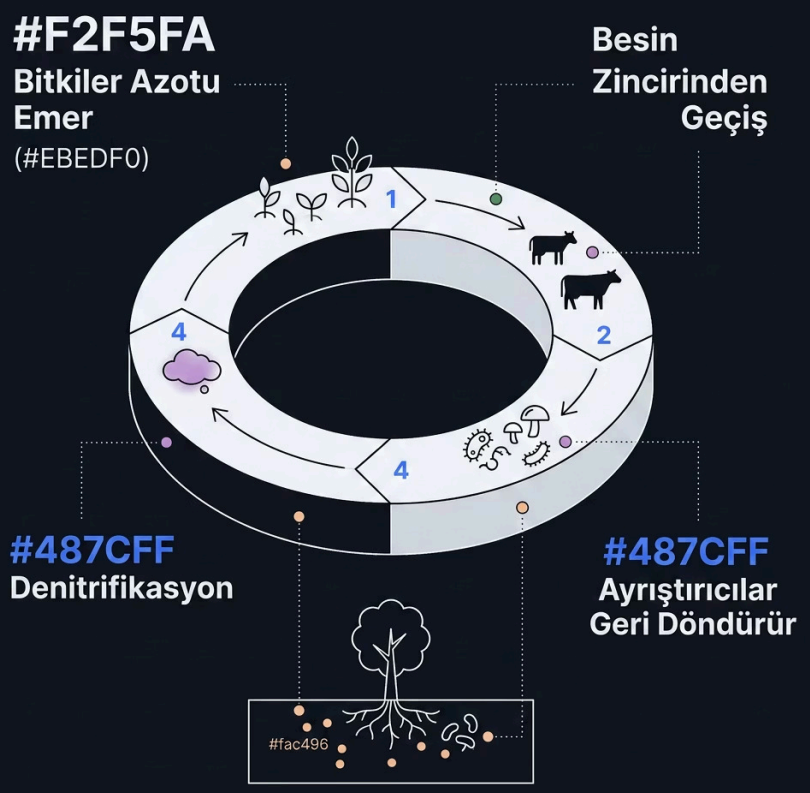
Azot Bağlama (Fiksasyon)

Azot bağlayıcı bakteriler, havadaki azot gazını bitkilerin alabileceği amonyum formuna çevirir

Nitrifikasyon

Nitrifikasyon bakterileri, amonyumu bitkiler için daha elverişli olan nitrat formuna dönüştürür

Azot Döngüsü: Döngünün Tamamlanması



Döngüye Katılım — 1

Bitkiler azotu topraktan alır ve kendi yapılarına katar; azot besin zinciriyle hayvanlara geçer

Geri Dönüşüm — 2

Canlılar öldüğünde ayrıştırıcılar organik atıklardaki azotu tekrar toprağa kazandırır

Denitrifikasyon — 3

Denitrifikasyon bakterileri, topraktaki azotun bir kısmını tekrar gaz halinde atmosfere vererek döngüyü tamamlar ve hassas dengeyi korur

⚠ Bu zincirdeki halkalardan herhangi biri eksik olsaydı, azot döngüsü durur ve hayatın devamı imkânsız hale gelirdi.

Eserden Sanatkâr'a: Bürhan-ı İnni

Muhteşem bir sarayı gördüğümüzde onun bir mimarı olduğunu anında anlarız. Ekosistem, sayısız canlı türü, kusursuz döngüleri ve hassas dengeleriyle bir saraydan sonsuz derecede daha karmaşık ve sanatlı bir eserdir.

Otun Görevi

Ot, kendisini yiyecek canlı için en uygun besinleri üretmekle görevlendirilmiştir

Zincirleme Etki

Çekirge, yılan için bir rızıktır; yılanın sayısındaki azalma fare popülasyonunu, dolayısıyla tarlalardaki ürünü doğrudan etkiler

Merkezi Yönetim

Bu zincirleme reaksiyon, sistemin tek bir merkezden yönetildiğine işaret eder

Ülfet Perdesini Yırtan Sorular

> Hiçbir akla ve bilince sahip olmayan bir bitki, kendisinden sonra gelecek canlıların ihtiyacı olan enerjiyi depolama "kararını" nasıl verebilir?

> Bir aslan, ekosistemdeki popülasyon dengesini bozmamak için hangi noktada durması gerektiğini hangi kör içgüdüyle hesaplayabilir?

> Milyonlarca farklı türün bu genel dayanışma kanununa tesadüfen hep birlikte uyması aklen mümkün müdür?

Genel Bir Dayanışma Kanunu

Tüm bilimsel verileri bir araya getirdiğimizde karşımıza çıkan manzara, topyekûn bir dayanışma ve genel bir hizmet tablosudur.

Güneş

Bitkiler için bir enerji kaynağı olarak hizmet eder

Ölüm ve Toprak

Hepsi öldüklerinde bedenleriyle toprağa hizmet ederek yeni hayatlara kaynak olurlar

Bitkiler

Hayvanlar için besin üretir

Hayvanlar

Birbirlerine rızık olurken popülasyonları dengeler ve tohumları yayarlar

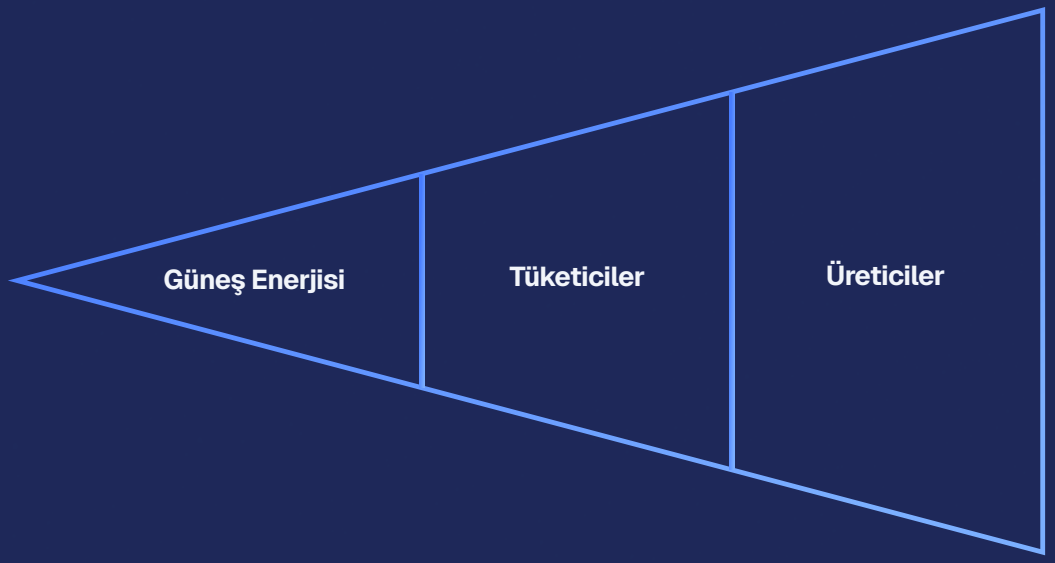
Her şey, kendisi için değil; bir başkası ve bütün sistemin devamı için çalışmakla görevlendirilmiştir.

Özet: İki Temel Akış

Ekosistemdeki iki temel akışı aklımızda tutarak bu dersi bağlayalım.

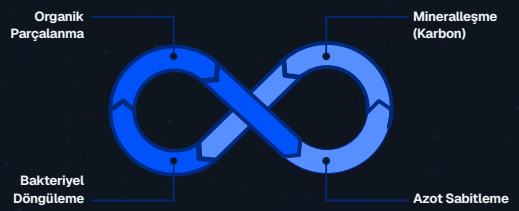
Tek Yönlü Enerji Akışı

Güneş'ten gelir, trofik düzeyler arasında %10'luk aktarım kuralıyla yönetilir ve sonunda ısı olarak kaybolur



Döngüsel Madde Akışı

Karbon ve azot gibi elementler, ayrıştırıcıların ve özel görevli bakterilerin iş birliğiyle sürekli yeniden kullanılır



Bu iki akışın kusursuz eş güdümü, ekosistemin devamlılığını ve kendi kendine yeterliliğini temin eden temel tasarım ilkesidir.